FACTSHEET

ANIMAL SCIENCE

ORDER NO. 04-035

MAY 2004

AGDEX 440/51

Ontario Ministry of Agriculture and Food

NUTRITIONAL STRATEGIES TO DECREASE NUTRIENTS IN SWINE MANURE

J. Murphy, C.F.M. de Lange

(Replaces OMAF Factsheet *Nutritional Strategies to Decrease Nutrients in Swine Manure*, Order No. 03-107)

There are a number of options available to pork producers interested in reducing nutrient output in manure. The nutrients of prime concern are copper (Cu), zinc (Zn), nitrogen (N) and phosphorus (P). Potassium (K) should also be considered as it affects the fertilizing value of manure. Nitrogen and P also represent two of the most expensive nutrients in a swine ration. Excretion of nutrients in swine manure can be substantially reduced by a number of strategies, depending on individual farm situations. Most of these strategies are quite simple and can significantly affect the bottom line. The most promising and practical of these strategies focus on two main principles — minimizing input and maximizing the efficiency of utilization.

TABLE 1. Typical mineral balances (kg/animal) on Dutch pig farms

	Nitrogen	Phosphorus	Potassium
	I. Growing pigs (25–106 kg live weight)		
Dietary levels (%)	16.70*	0.52	1.22
Intake (kg/pig)	6.36	1.23	2.90
Excretion (kg/pig)	4.48	0.83	2.73
Retention (kg/pig)	1.88	0.40	0.17
Efficiency of retention (%)	29.50	32.50	6.00
	II. Sows, including nursing piglets		
Dietary levels (%)	15.70*	0.59	1.32
Intake (kg/sow/yr)	27.57	6.53	14.52
Excretion (kg/sow/yr)	22.50	5.5	14.00
Retention (kg/sow/yr)	5.07	1.03	0.52
Efficiency of retention (%)	18.40	15.8	3.60
	III. Starter pigs (9-25 kg live weight)		
Dietary levels (%)	18.40*	0.67	1.25
Intake (kg/pig)	0.94	0.21	0.40
Excretion (kg/pig)	0.56	0.13	0.36
Retention (kg/pig)	0.38	0.08	0.04
Efficiency of retention (%)	40.50	39.40	10.00

* Crude protein (N x 6.25) rather than N levels.

Source: Jongbloed, A.W. 1991. Developments in the production and composition in manure from pigs and poultry. In: Mest & Milieu in 2000. Ed. Verkerk, H.A.C. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, The Netherlands (in Dutch).

COPPER AND ZINC

In general, Cu and Zn in pig diets are much higher than the minimum requirements for normal performance (i.e. 5–25 ppm Cu and 50–125 ppm Zn for the various classes of swine). These minerals act as growth promotants when included at levels much higher than minimum requirements. In Canada, the federal *Feeds Act* limits the maximum level of Cu and Zn in the diet to 125 ppm and 500 ppm respectively, but in the U.S. much higher levels are common. In some countries, like the Netherlands, growth-promoting levels of Cu and Zn are no longer allowed in finisher pig diets due to the impact on the environment. As long as minimum requirement levels of Cu and Zn are maintained, the excretion of these minerals in pig manure is not a concern; the focus then switches to N and P excretion.

MINERAL BALANCES

Overall, approximately two-thirds of N and P intake is excreted in manure (*Table 1*). Starter pigs are slightly more efficient than sows. However, since grower-finisher pigs produce the majority of the manure on a typical farrow-to-finish operation, typical values for these operations would be similar to the values shown for grower-finisher pigs. This extremely low level of efficiency and between farm variability leaves room for decreasing mineral excretion by improving the efficiency of retention in the pig.

Differences in the amount of minerals excreted with manure between farms can be attributed to various animal and feed factors. These include:

- feed usage and feed wastage
- the level and digestibility of amino acids and P in the various diets

- the minimum amounts of N and P required by the pig for basic body functions (maintenance requirements)
- the inefficiency of using amino acids and P that are supplied over maintenance but below maximum N and P retention in the pig's body
- the balance of amino acids supplied in the diet vs. the balance of amino acids required
- the rate of N and P retention in the pig's body

Given the large variation between farms and environmental pressures, the need to closely monitor N and P balances on individual pig units will increase. This can be best accomplished by closely monitoring the amount and composition of feeds or feed ingredients used, and the number and weight of animals removed from the farm. In the Netherlands such a mineral bookkeeping system is obligatory for farms with more than 2.5 large animal units (about 10 growing-finishing pig places) per hectare of land and requires feed companies to provide statements regarding amounts of nutrients delivered to each farm. With this approach, the calculated nutrient balances are rather sensitive to initial and final nutrient inventories with feed and manure.

In Ontario this approach to calculating nutrient balances has been integrated into 2 computer programs used to accurately predict the excretion in manure of the minerals of concern (N, P, K) in environmental pollution.

In one approach developed at the University of Guelph, N, P and K excretion in pig manure is calculated from the difference between the amounts of N, P, and K fed to the animals (based on amounts of various feeds used and the N, P, and K content in the various feeds) and the amounts of N, P, and K removed from the farm in animals (based on the number of pigs in each category, live and dead, removed from the farm).

NMAN is a software tool developed by the Ontario Ministry of Agriculture and Food that assists farmers in predicting nutrient generation, based on manure analysis or database values, and determining land base requirements for agronomic use of nutrients. The latest version of NMAN (NMAN December 10, 2003) is available from OMAF at www.omaf.gov.on.ca.

LOWERING NITROGEN AND PHOSPHORUS EXCRETION THROUGH NUTRITION

The 3 most expensive components of a swine ration are N (an important component of protein and amino acids), P and energy. Nitrogen and P are also the most critical contributors to pollution from swine manure so it is important to maximize the efficiency with which these nutrients are used. Excretion of N and P in swine manure can be substantially reduced by a number of strategies.

1) Improve Feed Efficiency

Improved productivity is the most obvious strategy for reducing nutrient excretion. In general, a better feed efficiency leads to a lower excretion of N and minerals. Improving feed conversion 0.25 units would reduce N excretion 5%–10%. Over the past 20 years, the feed efficiency of pigs growing from 25 kg to market weight has gradually decreased from approximately 4.0 to less than 2.85 in top-producing herds. Since feed efficiency is the single most important factor that determines feed cost/pig, at a cost of $265/tonne, each 0.1 unit improvement in feed efficiency can also save $2/pig.

Reduce Feed and Water Wastage

Although often overlooked, a significant amount of feed nutrients may end up in manure simply because they were not consumed by the pig. Poor feeder design, improperly adjusted feeders, and feed form can contribute to a major feed wastage problem that directly impacts on nutrient output. Research in this area estimates feed wastage can range from 2%–20%, with typical operations at 5%–6%. In general, N and P in manure will increase by 1.5% for every 1% increase in feed waste. If there is a noticeable amount of feed on the floor, at least 10% is being wasted and, at $265/tonne, producers are losing over $6/pig. To limit feed wastage producers can feed pelleted rations, pay close attention to feeder design and adjust feeders properly. A good general guideline is to manage feeders so that only 50% of the bottom of the feeder is covered.

Water wastage does not affect the amount of nutrients excreted, but it adversely affects manure processing and increases manure volume and disposal costs. The new generations of nipple drinkers reduce water use compared to conventional nipple drinkers, which tend to be favourite play toys for pigs. Bowl or cup systems, although difficult to keep clean, also reduce water wastage. Wet-dry feeders and liquid feeding systems offer options for greater control over water use and the impact of water wastage on manure volumes.

Improve Feed Digestibility

Proper processing of feeds represents a very practical means to decrease nutrient excretion through improvements in feed digestibility. Pelleting of feeds has been estimated to improve feed efficiency through increased energy and protein digestibility by 6.6% and subsequently reduce N excretion by 5%. Particle size is an area where producers can significantly improve feed efficiency. Research at Kansas State University indicates that for corn-based diets ranging in particle size from 1200–400 microns, there is a 1%–1.5% improvement in feed efficiency for every 100-micron reduction in average particle size. Kansas State University recommends an optimum particle size for pigs of 700–800 microns. Other means to improve diet nutrient digestibility include using

ingredients with highly digestible nutrients and using enzymes, especially phytase.

Note that improving digestibility only improves nutrient utilization if total dietary nutrient intake is reduced. Recent research at Prairie Swine Centre indicates that reducing particle size from 900–600 microns was effective in reducing fecal N by 11%, but not total N excretion. This is likely because feed intake was not reduced with decreasing particle size and excess digestible protein intake was broken down after absorption and excreted in urine.

Improve Animal Productivity.

Pigs with improved lean growth potentials can have a better feed efficiency as a result of reduced fat tissue growth and higher carcass lean yield as compared to conventional pigs. Feed additives that promote lean tissue growth may also reduce excretion of N and P as a result of a better feed conversion compared to non-supplemented feeds. In addition, improvement in the herd health status, or in the thermal environment to which pigs are exposed, will lead to improvements in feed efficiency and thus reductions in mineral excretion. One experiment estimated that converting to a specific-pathogen-free herd health status can improve feed efficiency by as much as 10% and, as a result, decrease N excretion by 10%.

2) Phytase

The most important anti-nutritional factor in swine nutrition, as it relates to nutrient management, is phytate. The major ingredients in pig diets are seeds (cereal grains) or products from seeds (oilseed meal and grain byproducts). However, 60%–80% of the P in these feedstuffs is present in the form of phytate, a compound that pigs do not use well. Bioavailability estimates of P in corn and soybean meal for pigs range from 10%–30%. This low availability of phytate P poses two problems for producers — the need to add inorganic P supplements to diets and the excretion of large amounts of P in the manure.

Phytate P must be hydrolyzed by an enzyme – phytase – into inorganic P before it is available to pigs. Research shows that phytase added to the diet can improve P digestibility. As a result, the total P levels in the diet should be reduced to improve the efficiency of retention and reduce excretion of P into the environment by 25%–50% (*Table 2*). In addition, feeds supplemented with phytase for grower-finisher pigs and for pregnant sows may need little or no supplementary feed phosphate. Currently, adding phytase does not appear to add more cost to the diet because it is offset by the savings associated with reducing P and Ca in the diet. Despite it being cost neutral, phytase use in Ontario remains at 20%–30% compared to 70% in Quebec.

Consider these points when including phytase in pig diets.

- Different commercial products differ in the content of active phytase. Phytase units (PTU) can be used to compare different products using a standardized test.

- The efficacy of phytase is not the same for all feed ingredients and diets. This is likely due to differences in the location that phytate is deposited within the seed, e.g. in the germ in corn and the aleurone layer in wheat.

- Not all phytase products are stable when exposed to heat. During pelleting the temperature of the feed should not exceed 70–75°C when uncoated phytase is included. Check phytase activity in the complete, processed feed. Phytase products with higher heat stability are now commercially available.

- Phytase not only increases the digestibility of P; it also increases the digestibility of Ca and other trace minerals tied to the phytate complex (Cu, Zn, etc.). Phytase can improve feed utilization (by 1%–2%) in starter and grower pigs by making other nutrients more available as well. This results in additional "value" of added phytase.

- When determining the value of phytase, consider the effects of reducing the P and Ca levels in the diet. In particular, in high-energy diets where (expensive) fat is used, reducing mineral levels reduce the need to use fat as there is more "space" in the feed formula. This results in reduction of ingredient costs.

- The Ca to P ratio in the diet affects the utilization of P; maintain these at low levels (1-1.25:1 total or 2-3:1 available).

3) Formulate Based on Nutrient Availability

The bioavailability of N and P varies considerably from one feed ingredient to another (Table 3). The major reason for the inefficiency of P utilization in pigs is the poor digestibility/availability of P that is present in plant products, largely because much of the P in plants is in the phytate form. In contrast, the availability of P in animal and inorganic sources is much higher. For this simple reason, pig diets should be formulated on available/digestible, rather than total, nutrient basis.

TABLE 2. Estimated excretion of nutrients by pigs without and with phytase.

Assumptions for 113 kg Market Hog (birth to 113 kg):

- 306 kg of feed/pig
- 88% DM, 16.5% CP (2.64% N), 0.55% total P in diet
- 85% DM digestibility, 38% N retention, 38% P retention

Excretion per Market Hog:

- 40 kg DM [306 x 0.88 x (1 – 0.85 = 0.15)]
- 5 kg N [306 x 0.0264 x (1 – 0.38 = 0.62)]
- 1 kg P [306 x 0.0055 x (1 – 0.38 = 0.62)]

Excretion for Hogs Marketed in Ontario (5.33 million in 2003):

- 1.63 million metric tonnes of feed fed, 213,200 metric tonnes of DM excreted
- 26,650 metric tonnes N and 5330 metric tonnes P excreted

Phytase Feeding and Reduction in P Fed:

- A 0.1% unit reduction of P fed and the feeding of 500 units/kg of microbial phytase would result in 1630 metric tonnes less P excreted (1.63 million metric tonnes x 0.1%) or a 31% reduction in P excreted

Modified from Kornegay, E.T. 1998. Strategies to reduce nutrient excretion of swine. Feed Facts, Vol. 8, Hog 4. October 1998.

TABLE 3. Bioavailability of nitrogen and phosphorus in feed ingredients for pigs.

Feedstuff	Bioavailability P* (%)	Bioavailability N** (%)	Feedstuff	Bioavailability P* (%)	Bioavailability N** (%)
Cereal Grains			*High Protein Meals — Plant*		
Corn	14	78	Canola meal	21	78
Oats	22	76	Soybean meal, dehulled	23	90
Barley	30	79	Soybean meal, 44% protein	31	89
Triticale	46	81			
Wheat	50	81	*High Protein Meals — Animal*		
			Feather meal	31	67
Grain by-products			Meat and bone meal	90	80
Oat groats	13	79	Dried skim milk	91	93
Corn gluten meal	15	80	Blood meal	92	94
Rice bran	25	78	Fish meal	94	95
Wheat bran	29	71	Dried whey	91	87
Brewers grains	34	82			
Wheat middlings	41	89			
Corn gluten feed	59	66	*Inorganic Phosphates*		
Distillers grains	77	75	Steamed bone meal	85	—
			Defluorinated phosphate	90	—
Miscellaneous			Monocalcium phosphate	100	—
Alfalfa meal	100	56	Diacalcium phosphate	100	—

* Relative to the availability of P in monosodium/monocalcium phosphate which equal 100

** True ileal digestibility of lysine

Source: National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10th Revised Edition. National Academy Press. pp. 1-189.

Variation in nutritional value of feed ingredients is an economic and environmental concern. Without complete and timely ingredient analysis there is a tendency for manufacturers to over-formulate rations resulting in higher ration costs and increased potential for nutrient losses. Using book values (such as those available from the National Research Council) for feed formulation will not be sufficient in the future. As farmers strive to feed pigs more closely to their requirements, it will become increasing important that techniques are available to determine both nutrient levels and availabilities. Using near infrared reflectance (NIR) technology or other rapid nutrient analysis methods prior to mixing feed could allow for "real-time" feed formulation and significantly reduce safety margins of nutrients.

Feed ingredients vary considerably in their nutrient content across ingredients and also within a single feed ingredient. When researchers at the University of Guelph analyzed the P and phytate levels in Ontario corn and soybeans they found large differences depending on variety, location, and growing conditions. In corn, total P

content ranged from 0.22%–0.42% while phytate levels varied from 48%–90% of total P. In soybeans, total P levels varied from 0.36%–0.84% with the percent as phytate from 43%–71%. Unfortunately, at the present time, there is no quick commercially available method to routinely determine phytate levels.

4) Match Supply of Available Nutrients to Requirements

The key to minimizing nutrient output is by feeding animals according to their nutrient requirements. Over- or underfeeding nutrients relative to the animal's requirement will increase output since animals will simply excrete all of the nutrients they are unable to use for maintenance and growth. Accurate estimates of nutrient requirements are essential to optimize the production system but they are a moving target, depending on factors such as energy density of the diet, stage of development, genetic potential, sex, environmental temperature and health status. Since nutrient requirements and the optimum dietary nutrient levels differ between individual pig units, the main determinants of nutrient requirements may be monitored on individual pig units. In grower-finisher pigs, estimates of feed intake and lean tissue growth will provide good information for nutritionists to establish target diet nutrient levels.

Phase Feeding

As the liveweight of a pig increases from 30–110 kg, the optimum concentration of amino acids and P in the feed decreases. So, introducing one or more additional feed(s) for grower-finisher pigs will help balance the amino acids and digestible P in the diet to the requirements of the animal; therefore less N and P is excreted (*Figure 1*). When diets are precisely formulated to meet the protein and amino acid requirements of pigs, N excretion is reduced due to decreased dietary excess and improved utilization of nutrients. Calculations show that by changing from one feed system (common in Ontario) to a 2-phase system, the N needs would be met more precisely resulting in a reduction in N in manure of 12% (*Table 4*). Producers who go from a single ration to 2 phases in the grower-finisher barn can expect to save $2/pig, with half that benefit at each additional step. Going from a 1-phase to a 3-phase feeding program should reduce N excretion by about 17.5%.

Clearly, the incremental benefit of implementing one additional diet in a phase feeding program is smaller as the number of diets in the phase feeding program is increased.

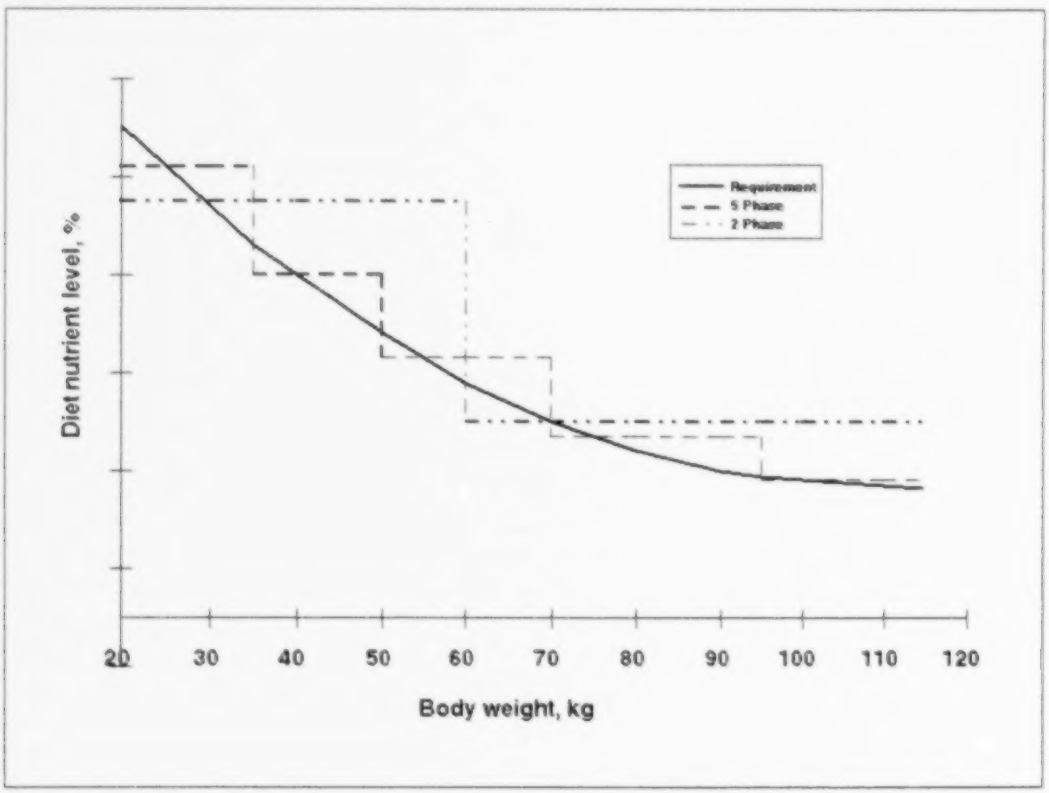

Figure 1. Effect of number of feed phases on nutrient excess relative to nutrient requirement.

TABLE 4. Effect of phase feeding on nitrogen excretion in grower-finisher pigs

Item	One Feed	Two Feeds		
		Grower	Finisher	Overall
Protein (%)	16.00	16.50	14.00	14.88
Feed:gain	2.85			2.82
Feed intake (kg)	257.00	89.00	165.00	254.00
N intake (kg)	6.57	2.35	3.70	6.05
N retention (kg)	2.30			2.30
N excreted (kg)	4.27			3.75
N excreted (%)	65.00			62.00
% improvement				12.00

Split-Sex Feeding

Feeding barrows and gilts separately can also decrease excretion of N and P. It is well known that barrows eat more feed, grow faster, are less feed efficient and yield lower carcass lean than gilts. Although there is little difference between barrows and gilts up to 25 kg, differences in feed intake and growth rate may be as high as 15% during the finisher phase. Because they eat less feed and have a higher lean growth rate, gilts require higher levels of amino acids and other nutrients than barrows. Different diets can be fed to more closely match the nutrient requirements of the separate sexes, resulting in savings of $1/pig, while limiting excesses and reducing excretion.

5) Replace Protein with Synthetic Amino Acids

Protein is an expensive nutrient in pig diets, so maximizing the efficiency of protein and amino acid utilization is important. Diets containing amino acids at minimum requirement (for maximum lean growth) with minimal excesses is critical. An experiment using chemically defined diets containing amino acids as a sole source of dietary N, showed that, with a near perfect amino acid balance, a 15 kg pig is capable of converting 87% of its absorbed N above maintenance to body protein. This does not mean that each of the 23 amino acids found in dietary protein are used at 87% efficiency for protein (some are used more efficiently, others less).

Feed ingredients are combined to meet the pig's requirements for the most limiting amino acid. As a result, the protein content of the diet is higher than required because of the presence of excess amino acids. For grower-finisher pigs, the greatest improvements in the efficiency of N utilization can be achieved from improving the dietary amino acid balance, so that the diet more closely reflects the true balance in which amino acids are required. Through manipulation of the dietary amino acid balance, N excretion in manure can be substantially reduced, by 35% in grower pigs and 20% in finisher pigs, without affecting animal performance. In a simple example, N excretion can be decreased by approximately 15% when a 16% protein grower diet is replaced by a 14% protein finisher diet at 60 kg.

Synthetic amino acids are commonly added to swine diets. L-Lysine-HCL is the most commonly used, and DL-methionine is used in some diets. Recently, synthetic L-threonine and L-tryptophan have become commercially available. The ability of the swine industry to efficiently use competitively priced synthetic amino acids is limited by our knowledge of amino acid requirements of pigs and of biological availability of amino acids in feed. The order in which amino acids become limiting will vary with pig body weight, body protein gain and feeding level. With the current cost of synthetic amino acids, it does not make sense to include synthetic amino acids other than lysine in grower pig diets but this will change as the availability and price of other amino acids improves.

CONCLUSIONS

Through science-based nutritional strategies, the mineral balance on pig farms can be substantially improved. Most of these strategies are quite simple to implement and can have a significant impact on nutrient output (*Table 5*) and the operation's profitability. The most promising and practical of these strategies focus on two main principles — minimizing input and maximizing the efficiency of utilization. Using phytase, replacing protein with synthetic amino acids, and by feeding more closely to the animal's requirements, N and P excretion in pig manure can be reduced by up to 50%. Applying nutritional strategies to reduce mineral excretion will increase the need for precise feed ingredient evaluation, feed formulation, manufacturing and delivery. Reducing water wastage from drinkers can also affect manure volumes.

TABLE 5. Potential impact of nutritional strategies on excretion of nitrogen and phosphorus

Strategy Used	Reduction in Nutrient Excretion
Improve feed efficiency	3% for every 0.1 unit in improvement
Minimize feed wastage	1.5% for all nutrients for every 1% reduction
Match nutrient requirements	6-15% for N and P
Phase feeding	5-10% for N and P
Split-sex feeding	5-8% for N
Phytase	2-5% for N; 20-50% for P
Formulate on nutrient availability	10% for N and P
Replace protein with amino acids	9% for N for every 1% reduction in crude protein
Highly digestible feed ingredients	5% for N and P
Pellet the ration	5% for N and P
700–1000 micron particle size	5% for N and P
Enzymes: cellulases, xylanases, etc.	5% for N and P for appropriate diet
Growth promoting feed additives	5% for all nutrients
Low-phytate corn	25-50% for P

Sources:

van Heugten, E. and T. van Kempen. 2001. Understanding and applying nutrition concepts to reduce nutrient excretion in swine. North Carolina Cooperative Extension Service. pp. 1-15.

Ferket, P.R., E. van Heugten, T.A.T.G. van Kempen, and R. Angel. 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. J. Anim. Sci. 80 (E. Suppl. 2): E168-E182.

This Factsheet was written by **Janice Murphy**, Swine Nutritionist, Livestock Technology Branch, OMAF and **Kees de Lange**, Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph.

Do you know about Ontario's new *Nutrient Management Act*?

The provincial *Nutrient Management Act* (*NMA*) and the Regulation 267/03, as amended, regulates the storage, handling and application of nutrients that could be applied to agricultural crop land. The objective is to protect Ontario's surface and groundwater resources.

Please consult the regulation and protocols for the specific legal details. This Factsheet is not meant to provide legal advice. Consult your lawyer if you have questions about your legal obligations.

For more information on the *NMA* call the Nutrient Management Information Line at 1-866-242-4460, e-mail *nman@omaf.gov.on.ca* or visit www.omaf.gov.on.ca.

Factsheets are continually being updated so please ensure that you have the most recent version.

Agricultural Information Contact Centre
1-877-424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-712X
Également disponible en français
(commande n° 04-036)

Ontario

FICHE TECHNIQUE

ZOOTECHNIE

COMMANDE N° 04-036

MAI 2004

AGDEX 440/51

Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

STRATÉGIES NUTRITIONNELLES DE RÉDUCTION DES TENEURS EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS DU FUMIER DE PORC

J. Murphy, C.F.M. de Lange

(En remplacement de la fiche technique du MAAO portant le même titre, commande n° 03-108)

Les producteurs de porcs ont un certain nombre de moyens à leur disposition pour réduire les rejets d'éléments nutritifs dans le fumier. Les éléments nutritifs les plus préoccupants sont le cuivre (Cu), le zinc (Zn), l'azote (N) et le phosphore (P). Le potassium (K) doit aussi être pris en compte, car il influence la valeur fertilisante du fumier. Le N et le P comptent parmi les éléments nutritifs les plus coûteux dans les rations servies aux porcs. Un certain nombre de stratégies permettent de réduire considérablement les rejets d'éléments nutritifs dans le fumier. Ces stratégies varient selon les conditions propres à chaque ferme. La plupart sont fort simples et peuvent donner lieu à des économies appréciables. Les plus prometteuses et les plus pratiques de ces stratégies visent deux grands objectifs : minimiser les intrants et améliorer au maximum la conversion alimentaire.

CUIVRE ET ZINC

En général, les teneurs en Cu et en Zn des rations servies aux porcs sont beaucoup plus élevées que les teneurs minimales nécessaires pour un rendement normal (c.-à-d. 5–25 ppm de Cu et 50–125 ppm de Zn selon la catégorie de porcin). Ces minéraux agissent comme des stimulateurs de croissance lorsqu'ils sont administrés à des doses dépassant largement le minimum nécessaire. Au Canada, la *Loi relative aux aliments du bétail* (Canada) limite la teneur maximale en Cu et en Zn de la ration à 125 et 500 ppm respectivement, mais aux É.-U., des teneurs beaucoup plus grandes sont fréquentes. Dans certaines pays, comme les Pays-Bas, les fortes concentrations de Cu et de Zn qui stimulent la croissance ne sont plus tolérées dans les rations des porcs de finition en raison des répercussions sur l'environnement. Tant que les teneurs en Cu et en Zn correspondent aux teneurs minimales, l'excrétion de ces minéraux dans le fumier de porc n'est pas préoccupante. Reste à se pencher sur les rejets de N et de P.

TABLEAU 1. Équilibres minéraux types (kg/animal) sur les fermes d'élevage de porcs hollandais

	Azote	Phosphore	Potassium
I. Porcs d'engraissement (25–106 kg de poids vif)			
Protéine brute (%)	16,70*	0,52	1,22
Élément ingéré (kg/porc)	6,36	1,23	2,90
Élément rejeté (kg/porc)	4,48	0,83	2,73
Élément retenu (kg/porc)	1,88	0,40	0,17
Taux de rétention (%)	29,50	32,50	6,00
II. Truies et porcelets non sevrés			
Protéine brute (%)	15,70*	0,59	1,32
Élément ingéré (kg/truie/an)	27,57	6,53	14,52
Élément rejeté (kg/truie/an)	22,50	5,5	14,00
Élément retenu (kg/truie/an)	5,07	1,03	0,52
Taux de rétention (%)	18,40	15,8	3,60
III. Porcs démarrés (9–25 kg de poids vif)			
Protéine brute (%)	18,40*	0,67	1,25
Élément ingéré (kg/porc)	0,94	0,21	0,40
Élément rejeté (kg/porc)	0,56	0,13	0,36
Élément retenu (kg/porc)	0,38	0,08	0,04
Taux de rétention (%)	40,50	39,40	10,00

* Teneurs en protéine brute (N x 6,25) plutôt qu'en N.

Source : Jongbloed, A.W. 1991. « Developments in the production and composition in manure from pigs and poultry » dans *Mest & Milieu in 2000.* Ed. Verkerk, H.A.C. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, Pays-Bas (en néerlandais).

ÉQUILIBRES MINÉRAUX

Dans l'ensemble, environ les deux tiers du N et du P ingérés sont excrétés dans le fumier (*tableau 1*). Les porcs démarrés affichent un indice de conversion légèrement plus bas que les truies. Toutefois, comme les porcs d'engraissement produisent la majorité du fumier sur les exploitations de naissage, les valeurs types pour ces exploitations seraient semblables aux valeurs indiquées pour les porcs d'engraissement. Cet indice de conversion extrêmement élevé et la variabilité d'une ferme à l'autre

laissent de la place pour une diminution des rejets de minéraux par l'amélioration du taux de rétention par les porcs.

Les différences d'une ferme à l'autre dans les quantités de minéraux excrétés avec le fumier peuvent être attribuées aux différences entre animaux et aux facteurs inhérents aux aliments, notamment :

- utilisation et gaspillage de la moulée;
- concentration et digestibilité des acides aminés et du P dans les différentes rations;
- quantités minimales de N et de P nécessaires au porc pour ses fonctions vitales (besoins d'entretien);
- inefficacité à utiliser les acides aminés et le P qui sont fournis au-delà des besoins d'entretien, mais en deçà des taux de rétention maximaux de N et de P par le porc;
- équilibre des acides aminés fournis par la ration c. équilibre des acides aminés nécessaires,
- taux de rétention de N et de P par le porc.

Compte tenu des grandes variations entre les fermes et des pressions environnementales, le besoin de surveiller de près les équilibres de N et de P sur les unités de production de porcs ira croissant. Le meilleur moyen de faire cette surveillance est de contrôler la quantité et la composition des moulées ou des ingrédients des moulées utilisés, ainsi que le nombre et le poids des animaux retirés de l'élevage. Aux Pays-Bas, un tel système de comptabilisation des minéraux est obligatoire pour les fermes comptant plus de 2,5 unités de gros animaux (soit environ 10 places de porcs d'engraissement) par hectare de terre, et les fabricants d'aliments du bétail sont tenus de fournir des relevés des quantités d'éléments nutritifs livrées à chaque ferme. De cette façon, les équilibres d'éléments nutritifs calculés reflètent mieux les quantités initiales et finales de moulée et de fumier.

En Ontario, cette méthode de calcul des équilibres d'éléments nutritifs a été intégrée à deux programmes informatiques servant à calculer avec précision la quantité des minéraux préoccupants (N, P, K) qui sont excrétés dans le fumier et qui contribuent ainsi à la pollution de l'environnement.

Selon une méthode élaborée à l'Université de Guelph, les rejets de N, de P et de K dans le fumier de porc sont calculés à partir des écarts entre les quantités de N, de P et de K servies aux animaux (d'après les quantités des différents aliments utilisés et les teneurs en N, en P et en K de ces aliments) et les quantités de N, de P et de K retirées de la ferme dans les animaux (d'après le nombre de porcs de chaque catégorie, vivants et morts, retirés de la ferme).

Le logiciel NMAN est un outil élaboré par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario qui aide les agriculteurs à prévoir la quantité d'éléments nutritifs qui sera produite, à partir de l'analyse du fumier ou des valeurs de la base de données, et qui les aide à déterminer la superficie nécessaire pour l'utilisation agronomique des éléments nutritifs. La version la plus récente du logiciel NMAN (celle du 10 décembre 2003) est accessible sur le site suivant du MAAO : www.omaf.gov.on.ca.

DIMINUTION DES REJETS D'AZOTE ET DE PHOSPHORE PAR LA NUTRITION

Les trois composantes les plus coûteuses des rations des porcs sont le N (un constituant important des protéines et des acides aminés), le P et l'énergie. Le N et le P sont aussi les éléments qui contribuent le plus à la pollution attribuable au fumier de porc, de telle sorte qu'il est important d'améliorer au maximum la conversion de ces éléments nutritifs. Un certain nombre de stratégies permettent de réduire considérablement les rejets de N et de P dans le fumier de porc.

1) Amélioration de la conversion alimentaire

L'amélioration de la productivité est le moyen le plus évident de réduire les rejets d'éléments nutritifs. En général, une amélioration de l'indice de conversion amène une diminution des rejets de N et de minéraux. Une amélioration de 0,25 unités de l'indice de conversion se traduirait par une réduction de 5–10 % des rejets de N. Au cours des 20 dernières années, l'indice de conversion chez les porcs d'engraissement (de 25 kg au poids de marché) a diminué graduellement, passant d'environ 4,0 à moins de 2,85 dans les troupeaux les plus performants. Comme la conversion alimentaire est le facteur qui, pris isolément, influence le plus le coût de l'alimentation par porc, si ce coût se situe à 265 $/tonne, chaque tranche de 0,1 unité de diminution de l'indice de conversion peut représenter une économie de 2 $/porc.

Réduction du gaspillage d'eau et de moulée

Sans qu'il n'y paraisse, des quantités appréciables d'éléments nutritifs peuvent se retrouver dans le fumier du simple fait qu'elles ne sont pas ingérées par les porcs. Des soigneurs mal conçus ou mal réglés et la forme sous laquelle se présente l'aliment peuvent entraîner un sérieux problème de gaspillage et influencer ainsi directement les rejets d'éléments nutritifs. Des recherches montrent qu'entre 2 et 20 % des aliments sont gaspillés, le taux de gaspillage type étant de 5 à 6 %. En général, les rejets de N et de P dans le fumier augmentent de 1,5 % pour chaque tranche de 1 % d'augmentation du gaspillage. Si une quantité appréciable de moulée jonche le sol, c'est qu'au moins 10 % de la moulée est gaspillée, ce qui, à raison de 265 $/tonne de moulée, équivaut à une perte de près de 6 $/porc. Pour réduire le gaspillage de moulée,

les producteurs peuvent utiliser de la moulée en comprimés et se préoccuper davantage de la conception et du réglage des soigneurs. Un bonne ligne de conduite consiste à approvisionner les soigneurs de manière à n'en recouvrir le fond qu'à 50 %.

Le gaspillage d'eau n'affecte pas la quantité d'éléments nutritifs excrétés, mais il nuit au traitement du fumier et augmente le volume et les coûts d'élimination du fumier. Les nouvelles générations d'abreuvoirs à tétine réduisent la consommation d'eau comparativement aux anciens abreuvoirs à tétine que les porcs semblaient utiliser comme jouets. Même s'ils sont difficiles à garder propres, les abreuvoirs à bol réduisent aussi le gaspillage d'eau. Les trémies sèches et humides et les trémies-abreuvoirs offrent la possibilité de réduire l'utilisation d'eau ainsi que l'incidence du gaspillage d'eau sur les volumes de fumier.

Amélioration de la digestibilité des aliments

Une transformation adéquate des aliments dans le but d'en améliorer la digestibilité est un bon moyen de diminuer les rejets d'éléments nutritifs. Ainsi, on estime que la mise en comprimés de la moulée améliore l'indice de conversion du simple fait qu'elle augmente de 6,6 % la teneur en énergie et la digestibilité des protéines, ce qui, du coup, amène une réduction de 5 % des rejets de N. La taille des particules est un facteur sur lequel les producteurs peuvent jouer pour améliorer l'indice de conversion. Une étude menée à la Kansas State University montre que dans les rations à base de maïs servies sous forme de particules d'une taille allant de 1200 à 400 microns, chaque réduction de 100 microns de la taille moyenne des particules se traduit par une réduction de 1,0–1,5 % de l'indice de conversion. Selon les recommandations de la Kansas State University, la taille optimale des particules serait de 700–800 microns pour les porcs. Parmi les autres moyens d'améliorer la digestibilité des éléments nutritifs dans la ration, il y a l'utilisation d'ingrédients renfermant des éléments nutritifs facilement digestibles et l'utilisation d'enzymes et particulièrement la phytase.

L'amélioration de la digestibilité n'améliore l'utilisation des éléments nutritifs que si l'ingestion totale d'éléments nutritifs est réduite. Selon une étude récente menée au Prairie Swine Centre, le fait de réduire la taille des particules de 900 à 600 microns permettrait de réduire de 11 % les excrétions de N dans les fèces, mais non les rejets totaux de N. Cette situation s'explique probablement par le fait que l'ingestion de moulée n'a pas diminué malgré la diminution de la taille des particules et que les protéines digestibles données en excès qui ont été ingérées ont été dégradées après l'absorption et excrétées dans l'urine.

Amélioration de la productivité des animaux

Par rapport aux autres porcs, les porcs qui ont un meilleur potentiel de rendement en maigre peuvent afficher un meilleur indice de conversion du fait de la réduction de la croissance des tissus adipeux et du plus grand rendement en maigre des carcasses. Les additifs alimentaires destinés à stimuler la croissance des tissus maigres peuvent aussi réduire les rejets de N et de P, car ils entraînent eux aussi une amélioration de l'indice de conversion par rapport aux rations sans additifs. L'amélioration de l'état sanitaire du troupeau ou de l'environnement thermique auquel les porcs sont exposés a aussi pour effet d'améliorer la conversion alimentaire et par conséquent de réduire les rejets de minéraux. Une expérience a montré que l'élimination d'un agent pathogène spécifique dans un troupeau peut améliorer la conversion alimentaire jusqu'à 10 % et, par conséquent, réduire de 10 % les rejets azotés.

2) Phytase

Dans l'alimentation des porcs, les phytates constituent le principal facteur anti-nutritionnel. Les rations des porcs sont essentiellement composées de grains de céréales ou de produits qui en sont dérivés (tourteaux d'oléagineux et sous-produits des grains). Dans les ingrédients qui composent normalement les moulées, le P se présente à 60–80 % sous forme de phytates, des composés que les porcs utilisent mal. La biodisponibilité du P dans les tourteaux de maïs et de soya destinés aux porcs se situe entre 10 et 30 %. Cette faible disponibilité du P sous forme de phytates pose deux problèmes aux producteurs : le besoin d'enrichir les rations de suppléments de P inorganique et les rejets de grandes quantités de P dans le fumier.

Il faut une enzyme, la phytase, pour transformer par hydrolyse le P qui se présente sous forme de phytates en P inorganique assimilable par les porcs. Des recherches montrent que la phytase ajoutée à la ration peut améliorer la digestibilité du P. Il faut donc réduire la teneur en P total de la ration pour améliorer l'efficacité de rétention et réduire de 25 à 50 % les rejets de P dans l'environnement (*tableau 2*). De plus, lorsque la moulée destinée aux porcs d'engraissement et aux truies gestantes est enrichie de phytase, le supplément de phosphate alimentaire nécessaire est minime, voire inexistant. À l'heure actuelle, les coûts de la phytase sont compensés par les économies liées à la réduction des concentrations de P et de calcium (Ca) dans la ration. Malgré le fait qu'elle n'engendre aucun coût, la phytase n'est utilisée que dans une proportion de 20 à 30 % en Ontario, comparativement à 70 % au Québec.

Voici les points à considérer au moment d'ajouter de la phytase aux rations des porcs :

- Les préparations commerciales n'ont pas toutes la même teneur en phytase active. Les « unités de phytase » peuvent servir à comparer différents produits soumis à un test uniformisé.

TABLEAU 2. Évaluation des rejets d'éléments nutritifs par les porcs, avec phytase et sans phytase

Hypothèse d'un porc de marché de 113 kg (de la naissance à 113 kg) :

- 306 kg de moulée/porc
- 88 % MS, 16,5 % PB (2,64 % N), 0,55 % P total dans la ration
- digestibilité de la MS de 85 %, rétention de N de 38 %, rétention de P de 38 %

Rejets par porc de marché

- 40 kg MS [306 x 0,88 x (1 – 0,85 = 0,15)]
- 5 kg N [306 x 0,0264 x (1 – 0,38 = 0,62)]
- 1 kg P [306 x 0,0055 x (1 – 0,38 = 0,62)]

Rejets pour l'ensemble des porcs commercialisés en Ontario (5,33 millions en 2003) :

- 1,63 million de tonnes métriques de moulée servie, 213 200 tonnes métriques de MS excrétée
- 26 650 tonnes métriques de N et 5 330 tonnes métriques de P excrétés

Apport de phytase et réduction de P servi :

- En réduisant de 0,1 % le P servi et en servant 500 unités de phytase microbienne/kg, on obtiendrait une réduction de 1 630 tonnes métriques de P excrété (1,63 million de tonnes métriques x 0,1 %), soit une réduction de 31 % de P excrété.

Adapté de : Kornegay, E.T. 1998. *Strategies to reduce nutrient excretion of swine*. Feed Facts, Vol. 8, Hog 4, octobre 1998.

- L'efficacité de la phytase n'est pas la même pour tous les ingrédients des moulées ni pour toutes les rations et ce, en raison probablement des différences dans l'endroit où les phytates se déposent à l'intérieur de la graine, par exemple, dans le germe s'il s'agit de maïs et dans la couche d'aleurone s'il s'agit de blé.

- Ce ne sont pas tous les produits renfermant de la phytase qui sont stables lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Durant le mise en comprimés, la température de la moulée ne doit pas dépasser 70–75 °C lorsque le produit comprend de la phytase non enrobée. Vérifier l'activité de la phytase dans la moulée complète et transformée. Il se vend maintenant sur le marché des produits renfermant de la phytase qui possèdent une plus grande stabilité à la chaleur.

- La phytase non seulement accroît la digestibilité du P, mais elle accroît également la digestibilité du Ca et d'autres oligo-éléments emprisonnés dans le complexe des phytates (Cu, Zn, etc.). La phytase peut améliorer l'utilisation des moulées (de 1–2 %) chez les porcs démarrés et les porcs d'engraissement en rendant également plus facilement assimilables d'autres éléments nutritifs. Cette particularité confère une « valeur » supplémentaire à la phytase ajoutée.

- Au moment de déterminer la valeur de la phytase, envisager les effets d'une réduction des niveaux de P et de Ca dans la ration. En particulier, dans les rations à forte teneur énergétique où des matières grasses (coûteuses) sont utilisées, le fait de réduire les teneurs en minéraux rend moins nécessaire l'utilisation des matières grasses, car il n'y a alors plus de « place » dans la formule de la moulée. Il s'ensuit une réduction du coût des ingrédients.

- Le ratio Ca/P dans la ration influence l'utilisation du P; maintenir ce ratio à un faible niveau (1–1,25/1 sur la base des éléments nutritifs totaux ou 2–3/1 sur la base des éléments nutritifs disponibles).

3) Formuler les rations sur la base des éléments nutritifs disponibles

La biodisponibilité du N et du P varie énormément d'un ingrédient à l'autre (*tableau 3*). La principale raison de l'utilisation inefficace du P chez les porcs tient à la piètre digestibilité ou disponibilité du P qui est présent dans les produits végétaux, essentiellement en raison du fait que le gros du P dans les végétaux se présente sous forme de phytates. Par contraste, la disponibilité du P dans les sources animales et inorganiques est beaucoup plus grande. Pour cette simple raison, il faut formuler les rations des porcs sur la base des éléments nutritifs disponibles ou digestibles plutôt que sur la base des éléments nutritifs totaux.

La variation de la composition nutritionnelle des ingrédients qui entrent dans la composition des moulées engendre des problèmes à la fois d'ordre économique et d'ordre environnemental. Comme ils ne peuvent effectuer facilement une analyse complète des ingrédients qu'ils utilisent, les fabricants de moulée ont tendance à se ménager une marge de sécurité en augmentant les concentrations d'éléments nutritifs. Non seulement cette pratique augmente le coût des rations, mais elle risque aussi d'augmenter les rejets d'éléments nutritifs dans l'environnement. L'utilisation de valeurs théoriques (comme celles qui sont publiées par le Conseil national de recherches) relativement aux formulations des moulées ne suffira plus à l'avenir. Au fur et à mesure que les producteurs s'efforcent de répondre avec plus de précision aux besoins des porcs, il sera de plus en plus important que des techniques

TABLEAU 3. Biodisponibilité de l'azote et du phosphore dans les ingrédients des moulées pour porcs

Aliment	Biodisponibilité P* (%)	Biodisponibilité N** (%)	Aliment	Biodisponibilité P* (%)	Biodisponibilité N** (%)
Céréales			*Tourteaux riches en protéines — Végétaux*		
Maïs	14	78	Tourteau de canola	21	78
Avoine	22	76	Tourteau de soya décortiqué	23	90
Orge	30	79	Tourteau de soya, 44 % de protéines	31	89
Triticale	46	81			
Blé	50	81	*Tourteaux riches en protéines — Animaux*		
			Farine de plumes	31	67
Sous-produits des grains			Viande et farine d'os	90	80
Gruau d'avoine	13	79	Poudre de lait écrémé	91	93
Farine de gluten de maïs	15	80	Farine de sang	92	94
Son de riz	25	78	Farine de poisson	94	95
Son de blé	29	71	Lactosérum en poudre	91	87
Drêches de brasserie	34	82			
Remoulages bis	41	89			
Gros gluten de maïs	59	66	*Phosphates inorganiques*		
Drêches de distillerie	77	75	Farine d'os étuvée	85	—
			Phosphate défluoré	90	—
Divers			Phosphate monocalcique	100	—
Farine de luzerne	100	56	Phosphate dicalcique	100	—

* Par rapport à la disponibilité du P dans le phosphate monosodique ou monocalcique, qui correspond à 100.

** Digestibilité iléale réelle de la lysine.

Source : National Research Council. 1998. *Nutrient Requirements of Swine*, 10e Revised Edition. National Academy Press. pp. 1–189.

leur permettent de déterminer à la fois les teneurs en éléments nutritifs et la disponibilité de ces éléments nutritifs. L'utilisation de la technologie de la réflectance dans le proche infrarouge (NIR) ou d'autres méthodes d'analyse rapide des éléments nutritifs avant de mélanger les aliments pourrait permettre de formuler les rations en temps réel sans nécessiter l'ajout d'une aussi grande marge de sécurité.

La composition nutritionnelle des ingrédients des moulées varie considérablement, non seulement d'un ingrédient à l'autre, mais pour un même ingrédient. Lorsque des chercheurs de l'Université de Guelph ont analysé les concentrations de P et de phytates dans le maïs et le soya de l'Ontario, ils ont noté des différences considérables selon le cultivar, l'endroit et les conditions de croissance. Les teneurs en P total du maïs allaient de 0,22 à 0,42 %, tandis que les teneurs en phytates représentaient de 48 à 90 % du P total. Dans le cas du soya, les teneurs en P total allaient de 0,36 à 0,84 % et le pourcentage de phytates allait de 43 à 71 %. Malheureusement, il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode commercialement disponible pour analyser rapidement les teneurs en phytates.

4) Concordance des éléments nutritifs disponibles et des besoins

La clé pour minimiser les rejets d'éléments nutritifs consiste à servir aux animaux des aliments qui répondent à leurs besoins nutritionnels. Trop ou pas assez d'éléments nutritifs dans la ration par rapport aux besoins des animaux augmente les rejets étant donné que les animaux ne feront qu'excréter tous les éléments nutritifs qu'ils ne parviendront pas à utiliser pour leur besoins d'entretien et de production. Des estimations précises des besoins nutritionnels sont essentielles pour optimiser le système de production, mais elles constituent une cible mobile qui doit tenir compte de facteurs comme la teneur énergétique de la ration, le stade de croissance le potentiel génétique, le sexe, la température du milieu et l'état de santé. Comme les besoins nutritionnels et les teneurs optimales en éléments nutritifs des rations diffèrent d'une unité d'élevage de porc à l'autre, les principaux déterminants des besoins nutritionnels peuvent être surveillés sur des unités d'élevage individuelles. Chez les porcs d'engraissement, les estimations de la prise alimentaire et du rendement en tissus maigres offrent aux nutritionnistes des données intéressantes qui leur permettent d'établir des valeurs nutritionnelles cibles.

Alimentation multiphase

Au fur et à mesure que le poids vif du porc passe de 30 à 110 kg, les concentrations optimales d'acides aminés et de P dans la moulée diminuent. L'introduction d'une ou de plusieurs phases supplémentaires dans l'alimentation des porcs d'engraissement contribue donc à assurer une correspondance plus étroite entre les concentrations

d'acides aminés et de P digestible dans les rations et les besoins nutritionnels des porcs, ce qui amène une réduction des rejets de N et de P (*figure 1*). Lorsque les rations sont formulées avec précision pour répondre aux besoins en protéines et en acides aminés des porcs, les rejets de N sont réduits du fait de la moins grande quantité d'éléments nutritifs qui sont donnés en excès et de l'amélioration de l'utilisation des éléments nutritifs. Des calculs montrent qu'en passant d'une moulée unique (fréquente en Ontario) à deux moulées, les besoins en N sont comblés avec plus de précision, ce qui diminue du coup de 12 % la quantité de N dans le fumier (*tableau 4*). Les producteurs de porcs d'engraissement peuvent économiser 2 $/porc en passant d'une seule moulée à deux moulées, et 1 $ de plus/porc pour chaque moulée supplémentaire. Le passage d'une moulée à trois moulées devrait entraîner une diminution des rejets de N d'environ 17,5 %.

Évidemment, dans le cadre d'un programme d'alimentation multiphase, l'avantage supplémentaire apporté par l'ajout d'une moulée diminue graduellement au fur et à mesure que le nombre de moulées augmente.

TABLEAU 4. Effet de l'alimentation multiphase sur les rejets d'azote par les porcs d'engraissement

Critère	Une	Deux moulées		
		porc d'engraissement	porc de finition	données globales
Protéines (%)	16,00	16,50	14,00	14,88
Indice de conversion	2,85			2,82
Prise alimentaire (kg)	257,00	89,00	165,00	254,00
N ingéré (kg)	6,57	2,35	3,70	6,05
N retenu (kg)	2,30			2,30
N rejeté (kg)	4,27			3,75
Rejet de N (%)	65,00			62,00
% de réduction				12,00

Alimentation selon le sexe de l'animal

Nourrir séparément les castrats et les cochettes peut aussi réduire les rejets de N et de P. Il est bien connu que les castrats mangent plus, grossissent plus vite, présentent un indice de conversion plus élevé et donnent un moins bon rendement en maigre que les cochettes. Même s'il y a peu de différences entre les castrats et les cochettes jusqu'à 25 kg, les différences dans la prise alimentaire et le taux de croissance peuvent atteindre 15 % durant la phase de finition. Comme les cochettes ingèrent moins de moulée

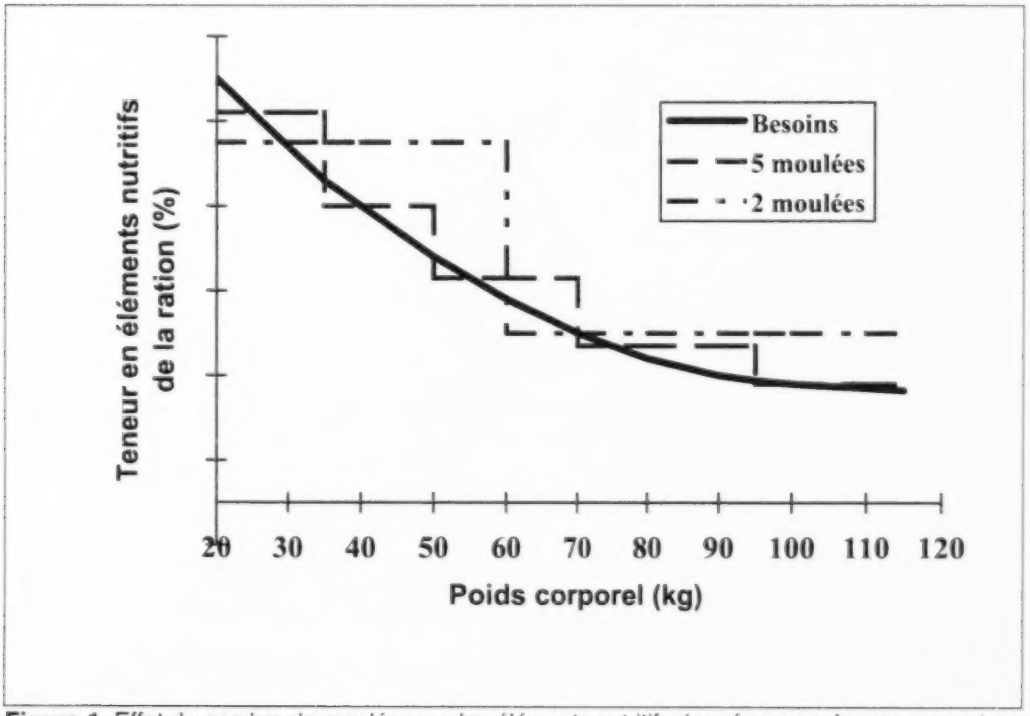

Figure 1. Effet du nombre de moulées sur les éléments nutritifs donnés en excès par rapport aux besoins nutritionnels.

et offrent un meilleur rendement en maigre, elles ont besoin de plus d'acides animées et d'autres éléments nutritifs que les castrats. Des rations différentes peuvent permettre de mieux répondre aux besoins nutritionnels de chacun des sexes et donner lieu à des économies de 1 $/porc tout en limitant les excès et les rejets.

5) Remplacement des protéines par des acides aminés de synthèse

Les protéines sont un élément coûteux des rations servies aux porcs. Il est donc important de maximiser l'efficacité des protéines et l'utilisation des acides aminés. Il est primordial que les rations renferment tout juste les acides aminés nécessaires pour répondre aux besoins des animaux afin que ceux-ci offrent un rendement en maigre maximal. Une expérience utilisant des rations à composition chimique définie avec pour seule source de N alimentaire des acides aminés, montre que, avec un équilibre des acides aminés quasi-parfait, un porc de 15 kg est en mesure de convertir en protéines qui s'accumulent dans la carcasse 87 % de l'azote qu'il ingère au delà de ses besoins d'entretien. Cela ne signifie pas que chacun des 23 acides aminés que l'on trouve dans les protéines alimentaires serve à 87 % à la conversion en protéines; certains sont utilisés plus efficacement, d'autres le sont moins.

Les ingrédients de la ration sont combinés de manière à répondre aux besoins en acides aminés du porc qui sont les plus difficiles à combler. Par conséquent, la teneur en protéines de la ration est plus élevée qu'il le faut en raison de la présence d'acides aminés excédentaires. Dans les rations destinées aux porcs d'engraissement, le meilleur moyen d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'azote est d'améliorer l'équilibre des acides aminés alimentaires, afin que la ration corresponde davantage à l'équilibre des acides aminés recherché. En jouant sur l'équilibre des acides aminés alimentaires, il est possible de réduire considérablement les rejets de N dans le fumier, soit de 35 % chez les porcs d'engraissement et de 20 % chez les porcs de finition, sans nuire à la productivité de l'animal. En clair, il est possible de réduire les rejets de N d'environ 15 % si, à 60 kg, on remplace la ration d'un porc d'engraissement renfermant 16 % de protéines par la ration d'un porc de finition renfermant 14 % de protéines.

Des acides aminés de synthèse sont couramment ajoutés aux rations des porcs. Le chlorhydrate de L-lysine est le plus utilisé. La DL-méthionine est utilisée dans certaines rations. Depuis peu, les L-thréonine et L-tryptophane synthétiques ont fait leur apparition sur le marché. La capacité de l'industrie du porc à utiliser efficacement les acides aminés de synthèse offerts à prix concurrentiels est limitée par nos connaissances à la fois des besoins des porcs en acides aminés et de la biodisponibilité des acides aminés présents dans les moulées. L'ordre dans lequel les acides aminés deviennent un facteur limitatif varie en fonction du poids corporel du porc, du gain de protéines corporelles et de la prise alimentaire. Compte tenu du coût actuel des acides aminés de synthèse, il est insensé d'inclure des acides aminés de synthèse autres que la lysine dans les rations des porcs d'engraissement, mais la situation sera différente quand d'autres acides aminés deviendront plus disponibles et seront moins coûteux.

CONCLUSIONS

Grâce à des stratégies nutritionnelles reposant sur des données scientifiques, l'équilibre des minéraux sur les fermes d'élevage porcine peut être grandement amélioré. La plupart des stratégies sont assez simples à mettre en oeuvre et peuvent avoir une influence considérable sur les rejets d'éléments nutritifs (***tableau 5***) et la rentabilité de l'exploitation. Les plus prometteuses et les plus pratiques de ces stratégies visent deux grands objectifs : minimiser les intrants et améliorer au maximum la conversion alimentaire. En utilisant de la phytase, en remplaçant les protéines par des acides aminés de synthèse et en adoptant une alimentation qui correspond davantage aux besoins des animaux, il est possible de réduire jusqu'à 50 % les rejets de N et de P dans le fumier de porc. L'application de stratégies nutritionnelles visant à réduire les rejets de minéraux fait ressortir la nécessité d'une précision accrue dans l'évaluation des ingrédients des moulées, la formulation des moulées, la fabrication et l'administration des rations. La réduction du gaspillage d'eau provenant des abreuvoirs peut aussi influencer les volumes de fumier.

TABLEAU 5. Effets possibles des stratégies nutritionnelles sur les rejets d'azote et de phosphore

Stratégie utilisée	Réduction des rejets
Amélioration de la conversion alimentaire	3 % pour chaque tranche de 0,1 unité d'amélioration de la conversion alimentaire
Réduction du gaspillage de moulée	1,5 % pour l'ensemble des éléments nutritifs pour chaque tranche de 1 % de réduction
Concordance des éléments nutritifs et des besoins nutritionnels	6–15 % pour le N et le P
Alimentation multiphase	5–10 % pour le N et le P
Alimentation selon le sexe de l'animal	5–8 % pour le N
Phytase	2–5 % pour le N; 20–50 % pour le P
Formulation basée sur la disponibilité des nutriments	10 % pour le N et le P
Remplacement des protéines par des acides aminés	9 % pour le N pour toute réduction de 1 % de la teneur en protéines brutes
Ingrédients hautement digestibles	5 % pour le N et le P
Granules	5 % pour le N et le P
Taille des particules de 700–1000 microns	5 % pour le N et le P
Enzymes : cellulases, xylanases, etc.	5 % pour le N et le P pour une ration appropriée
Additifs alimentaires stimulant la croissance	5 % pour tous les nutriments
Maïs pauvre en phytates	25–50 % pour le P

Sources :

van Heugten, E. et T. van Kempen. 2001. *Understanding and applying nutrition concepts to reduce nutrient excretion in swine*. North Carolina Cooperative Extension Service. pp. 1–15.

Ferket, P.R., E. van Heugten, T.A.T.G. van Kempen et R. Angel. 2002. *Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants*. J. Anim. Sci. 80 (E. Suppl. 2): E168–E182.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

La présente fiche technique a été rédigée par **Janice Murphy**, spécialiste de la nutrition des porcs, Direction des techniques d'élevage, MAAO, et **Kees de Lange**, Département de zootechnie et d'aviculture, Université de Guelph.

Connaissez-vous la *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* de l'Ontario et la réglementation connexe?

La *Loi sur la gestion des éléments nutritifs* (*LGEN*) de l'Ontario et le Règlement 267/03, tels que modifiés, régissent l'entreposage, la manutention et l'épandage des matières nutritives qui peuvent être épandues sur des terres agricoles cultivées. L'objectif est de protéger les ressources en eau de surface et souterraine de l'Ontario.

Veuillez consulter le Règlement et ses protocoles pour connaître les modalités précises d'application de la *LGEN*. Les conseils contenus dans la présente fiche technique sont d'ordre pratique seulement. Pour toute question concernant vos obligations juridiques, adressez-vous à un avocat.

Pour de plus amples renseignements sur la *LGEN*, vous pouvez appeler la ligne d'information dédiée à la gestion des éléments nutritifs au 1 866 242-4460, envoyer un courriel à *nman@omaf.gov.on.ca* ou visiter le site www.omaf.gov.on.ca.

Les fiches techniques sont constamment mises à jour; assurez-vous d'avoir en main la plus récente version.

Centre d'information agricole de l'Ontario
1 877 424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

www.omaf.gov.on.ca

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 04-035)

Ontario